



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Resolución de neumotórax persistente mediante pleurodesis con
sangre autóloga a propósito de un caso clínico.

Resolution of persistent pneumothorax by pleurodesis with autologous blood a
clinical case report.

Autor/es

Daniel Chueca Benito

Director/es

David Montesinos Durà

Facultad de Veterinaria

2020

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	6
5. METODOLOGÍA	7
6. RESULTADOS	7
6.1. Revisión bibliográfica	7
6.1.1. Clasificación	7
6.1.1.1. Clasificación fisiopatológica	8
6.1.1.2. Clasificación etiológica	8
6.1.2. Patogenia	10
6.1.3. Historia y signos clínicos	12
6.1.4. Diagnóstico	13
6.1.5. Tratamiento	18
6.2. Descripción de un caso clínico	26
6.2.1. Anamnesis	26
6.2.2. Protocolo diagnóstico	26
6.2.3. Signos clínicos	27
6.2.4. Tratamiento inicial	28
6.2.5. Evolución hospitalaria	28
6.2.6. Seguimiento tras alta hospitalaria	31
7. DISCUSIÓN	31
8. CONCLUSIONES	34
9. CONCLUSIONS	35
10. VALORACIÓN PERSONAL	36
11. BIBLIOGRAFÍA	36

1. RESUMEN

El presente trabajo se centra en la exposición de un caso clínico de neumotórax persistente, en el cual se realizó una pleurodesis con sangre autóloga (PSA). Para poder conocer el fundamento y la importancia de esta nueva alternativa terapéutica en medicina veterinaria, se llevó a cabo una revisión bibliográfica con el objetivo de dar a conocer las técnicas de las que se dispone para el diagnóstico y tratamiento del neumotórax.

Existen diferentes tipos de neumotórax que pueden ser clasificados en función de su etiología o fisiopatología. Atendiendo a la etiología puede ser clasificado en traumático, espontáneo o iatrogénico, y según la fisiopatología, en cerrado o abierto. Existe una variable del neumotórax denominada neumotórax a tensión, el cual provoca un colapso de los órganos intratorácicos debido a una fuga continuada de aire hacia la cavidad pleural, sin salida de este.

Existen multitud de técnicas diagnósticas, destacando la toracocentesis, al ser una herramienta que permite tanto el diagnóstico como y tratamiento simultáneo del neumotórax, siendo de elección en pacientes críticos. La radiografía es una técnica relativamente simple de gran utilidad para el diagnóstico del neumotórax en pacientes estabilizados previamente, siendo la proyección lateral la que mayor sensibilidad aporta. Otras técnicas como la tomografía axial computerizada (TAC), permite un diagnóstico más preciso de las lesiones que provocan el neumotórax.

Disponemos de distintas soluciones terapéuticas que seleccionaremos dependiendo del tipo de neumotórax y estado del paciente. Una técnica poco conocida y que ha resultado ser una alternativa viable para el tratamiento quirúrgico del neumotórax es la PSA. Aunque la cirugía se considera el tratamiento de elección para la fuga aérea persistente (FAP), el uso de la PSA debe ser considerado cuando la cirugía no sea posible, ya que ha demostrado ser una técnica efectiva, rápida, segura, barata y sencilla.

2. ABSTRACT

The present work focuses on the exposure of a clinical case of persistent pneumothorax, in which pleurodesis with autologous blood (PSA) was performed. In order to know the basis and

importance of this new therapeutic alternative in veterinary medicine, a bibliographic review was carried out with the aim of presenting the techniques available for the diagnosis and treatment of pneumothorax.

There are different types of pneumothorax that can be classified according to their aetiology or physiopathology. Depending on the aetiology, it can be classified as traumatic, spontaneous or iatrogenic, and depending on the physiopathology in closed or open. There is a variable of the pneumothorax, called tension pneumothorax, which causes a collapse of the intrathoracic organs due to a continuous leakage of air into the pleural cavity, with no exit.

There are many diagnostic techniques, particularly thoracentesis, as it is a tool that allows both diagnosis and simultaneous treatment of the pneumothorax, being of choice in critical patients. Radiography is a relatively simple technique that is very useful for the diagnosis of pneumothorax in previously stabilised patients, with the lateral projection being the most sensitive. Other techniques, such as computerised axial tomography (CT), allow a more precise diagnosis of the lesions that cause pneumothorax.

We have different therapeutic solutions that we will select depending on the type of pneumothorax and the patient's condition. An unknown technique that has proven to be a viable alternative for the surgical treatment of pneumothorax is PSA. Although surgery is considered the treatment of choice for persistent air leakage (PAF), the use of PES should be considered when surgery is not possible, as it has proven to be an effective, fast, safe, cheap and simple technique.

3. INTRODUCCIÓN

Se conoce como neumotórax a la afección que se caracteriza por una invasión de aire o gas libre en el interior del espacio pleural. Este aire puede ser filtrado a la cavidad pleural a través de un defecto en el parénquima pulmonar, en la pared torácica o en el esófago, generando una pérdida de la presión negativa interpleural y, por tanto, un colapso pulmonar parcial o total (Monnet, 2003).

El neumotórax puede ser traumático, espontáneo o iatrogénico (Puerto et al., 2002). De todos ellos, el neumotórax traumático es el que mayor incidencia presenta en los animales de compañía, pudiendo ser a su vez, abierto o cerrado, siendo el cerrado el más frecuente y a menudo resulta de un traumatismo contundente como, por ejemplo, un accidente de coche (Zimmermann, 2009). El neumotórax espontáneo, puede ser primario cuando no existe una causa conocida, o secundario a una enfermedad en el parénquima pulmonar, siendo la rotura de ampollas y bullas pulmonares la causa más probable. El neumotórax iatrogénico es una complicación médica generada por un procedimiento diagnóstico o terapéutico, y también puede ser abierto o cerrado. Por último, existe un tipo de neumotórax en el cual el aire entra a través de una fuga al espacio pleural, pero no puede salir, provocando el colapso de los pulmones y una disminución del retorno venoso al corazón, lo cual puede derivar de manera rápida en la muerte del animal si no se trata a tiempo, y es conocido como neumotórax a tensión (Pawloski and Broaddus, 2010).

En cuanto a los signos clínicos, pueden ser muy acusados o pasar inadvertidos dependiendo del grado de neumotórax (Salas et al., 2020). Los que más comúnmente se manifiestan son la disnea (70 % de los casos), anorexia (42 %), taquipnea (22 %), tos (20 %) y vómitos (17 %) (Puerto et al., 2002). Tanto la los signos como la historia clínica pueden orientar al clínico hacia el diagnóstico de neumotórax.

Las técnicas de diagnóstico que son utilizadas para la detección del neumotórax pueden ir desde las más simples a las más sofisticadas. La que se considera de elección cuando el animal está muy comprometido es la toracocentesis, resultando muy beneficiosa al permitir diagnosticar y estabilizar al animal simultáneamente (Zimmermann, 2009). La radiografía presenta una gran sensibilidad para el diagnóstico del neumotórax y se recomienda cuando el animal está estabilizado para poder realizar una evaluación mucho más completa del tórax (Brockman and Puerto, 2003). Otra técnica que está cobrando más importancia es la Tomografía Axial Computerizada (TAC), la cual permite una evaluación mucho más precisa de las lesiones pulmonares y ha demostrado detectar 2,5 veces más lesiones pulmonares en perros con neumotórax espontáneo que con la radiografía (Pawloski and Broaddus, 2010; Au et al., 2006). Una técnica incipiente y muy prometedora es la toracoscopia, la cual puede suponer en el futuro una alternativa a la toracotomía cuando el TAC presente una mayor tasa de éxito en la detección de las lesiones (Puerto et al., 2002).

El manejo terapéutico puede dividirse en tratamiento inicial y en tratamiento definitivo. El tratamiento inicial va dirigido a la estabilización del paciente, y la primera opción para tratar el neumotórax suele ser la toracocentesis. Sin embargo, cuando ésta no sea capaz de controlar el neumotórax se debe valorar la colocación de un tubo de drenaje torácico, el cual permite el vaciado intermitente o continuo del espacio pleural (Puerto et al., 2002; Fossum, 2002). La cirugía se reserva para los casos que no responden al tratamiento inicial, siendo el neumotórax espontáneo considerado como una patología quirúrgica (Puerto et al., 2002).

Una técnica cuyo uso no está muy generalizado, pero que lleva practicándose muchos años en medicina humana es la pleurodesis, la cual consiste en la obliteración del espacio pleural por métodos mecánicos o mediante la instilación de sustancias intrapleurales, con el objetivo de solucionar el neumotórax persistente cuándo la cirugía no es una opción. (Monnet, 2003; Jiménez et al., 2016).

La instilación de sangre intrapleural ha sido estudiada desde que fuera descubierta en 1987, obteniéndose muy buenos resultados en el tratamiento de la fuga aérea persistente, demostrando ser un método mucho más inofensivo que los anteriores y que debería ser considerado cuando no se puede llevar a cabo la cirugía (Oppenheimer et al., 2014).

4. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

De todas las presentaciones clínicas que puede tener el neumotórax, la fuga de aire persistente supone un reto para el veterinario clínico, ya que muchas veces los tratamientos rutinarios no son efectivos, y debido al estado del paciente, o a la complejidad y coste del tratamiento quirúrgico muchas veces no se puede llevar a cabo. En este sentido, la pleurodesis con sangre autóloga cobra mucha importancia, ya que desde el primer caso descrito en medicina veterinaria en 2010, existen muy pocos estudios al respecto. Con este trabajo se pretende comparar las diferentes herramientas de las que dispone el clínico ante un neumotórax, y dar las claves para escoger la que más se ajusta a cada paciente.

Por tanto, los objetivos de este trabajo son:

- Realizar una revisión bibliográfica centrada en el neumotórax y en su tratamiento, especialmente enfocado hacia la pleurodesis inducida con sangre autóloga (PSA).
- Describir y discutir un caso clínico real de neumotórax cuya resolución se llevó a cabo mediante la técnica de PSA.

5. METODOLOGÍA

Para poder realizar la revisión bibliográfica se han utilizado principalmente artículos científicos de las bases de datos *PubMed*, *ScienceDirect* y *Google Scholar*, redactados en inglés la mayoría de ellos, a excepción de alguno en castellano. Para llevar a cabo la búsqueda se han empleado combinaciones booleanas de las siguientes palabras clave: “pneumothorax”, “respiratory”, “distress”, “dog”, “spontaneous”, “traumatic”, “diagnosis”, “treatment”, “surgery”, “pleurodesis”, “blood”, “patch”, “autologous”. Además también se ha consultado libros de enfermedades respiratorias y cirugía en pequeños animales. Para gestionar la bibliografía se ha utilizado el programa *Mendeley*. El presente trabajo se desarrolla a partir de un caso clínico que fue remitido al centro de referencia Emergencias veterinarias de Zaragoza (EMVET), en el cual se llevó a cabo el tratamiento de un neumotórax persistente mediante la administración de un parche de sangre autóloga intrapleural, tal y como se había hecho otras veces en este centro.

6. RESULTADOS

6.1. Revisión bibliográfica

Se conoce como neumotórax al acúmulo de aire libre o gas dentro de la cavidad pleural, dando lugar a un mayor o menor colapso de los lóbulos pulmonares. Esta condición patológica se genera cuando el aire atmosférico penetra en la cavidad pleural a través de una fuga pleurocutánea, pleuroesofágica o pleuropulmonar. (Monnet, 2003).

6.1.1. Clasificación

La clasificación de los diferentes tipos de neumotórax se puede realizar de acuerdo a dos criterios principalmente, según la etiología o según la fisiopatología. Existe una tercera clasificación basada

en la magnitud de colapso pulmonar, pero es menos usada. Por tanto, atendiendo a la etiología del neumotórax, éste puede ser traumático, espontáneo o iatrogénico, y atendiendo al mecanismo fisiopatológico, puede ser abierto o cerrado (Puerto et al., 2002; Pawloski and Broaddus, 2010).

6.1.1.1. Clasificación fisiopatológica

El neumotórax abierto se produce cuándo una lesión torácica penetrante permite la entrada de aire desde el exterior a la cavidad pleural, mientras que en el neumotórax cerrado el aire procede de una fuga en el sistema respiratorio, o más raramente, en el esófago. En algunas ocasiones, el aire puede acceder al tórax a través de las dos vías a la vez (mordeduras torácicas severas, herida de bala, etc.) (Zimmermann, 2009).

6.1.1.2. Clasificación etiológica

El neumotórax traumático es el que con mayor frecuencia se presenta en el perro. Las lesiones torácicas representan el 10 % de todos los casos que acuden a los servicios de urgencias veterinarios con un historial de trauma, y se ha estimado que suceden de forma concurrente en el 37-57 % de los pacientes con lesiones en el esqueleto apendicular (Brockman and Puerto, 2003). En cuanto a la predisposición por edad y sexo parece ser que los perros machos enteros jóvenes son los que mayor riesgo tienen de sufrir lesiones traumáticas en zonas urbanas (Kolata and Johnston, 1975). Los informes sugieren que la presentación de neumotórax aparece en el 47 % de todos los traumatismos torácicos, en el 11-18 % de los perros y gatos que sufren accidentes de tráfico y en el 20 % de los gatos con síndrome del gato paracaidista (Kramek and Caywood, 1987; Simpson, Syring y Otto, 2009; Vnuk et al., 2004).

A su vez, el neumotórax secundario a un traumatismo puede ser abierto o cerrado, siendo el cerrado el más frecuente, y a menudo, suele ser originado por un traumatismo contundente (accidente automovilístico, golpes y caídas severas, etc.). Varios son los mecanismos que pueden causar un neumotórax cerrado de origen traumático, como son la ruptura del parénquima pulmonar o del árbol bronquial, debido al aumento de presión que experimentan cuando el tórax es comprimido violentamente mientras la glotis se encuentra cerrada; desgarros en la tráquea, los grandes bronquios o los pulmones, como consecuencia de las fuerzas de tracción y cizallamiento que se generan por la rápida aceleración-desaceleración que sufren dichos órganos a ritmos irregulares durante la contusión; laceraciones en el tejido pulmonar por fracturas en las costillas

(Zimmermann, 2009; Kramek and Caywood, 1987); o la progresión de un neumomediastino causado por una rotura en el esófago o en el aparato respiratorio (Puerto and Waddell, 2016).

Por otro lado, el neumotórax traumático abierto es menos frecuente, y entre sus principales causas destacan: heridas por mordedura, heridas de bala, heridas por arma blanca, accidente de tráfico, fracturas abiertas de costilla y empalamiento (Zimmermann, 2009; Puerto and Waddell, 2016). Los animales que mayor probabilidad tienen de sufrir lesiones torácicas por mordedura de perro son los perros de raza pequeña (destacan razas como el caniche, el chihuahua y el yorkshire terrier) y los gatos (Caban et al., 2015; McKiernan, Adams and Huse, 1984).

Se denomina neumotórax espontáneo al que aparece en ausencia de causas traumáticas o iatrogénicas, y es cerrado. Es menos común que el neumotórax traumático, habiéndose estimado una prevalencia del 0,11 % (Zimmermann, 2009; Brockman and Puerto, 2003). A su vez, se puede clasificar como primario (idiopático), cuándo es de etiología desconocida, o como secundario, cuándo es provocado por una patología pulmonar subyacente. Las mayores causas de neumotórax espontáneo incluyen la rotura de ampollas y bullas pulmonares, neoplasias, neumonías, neumatoceles, infecciones granulomatosas crónicas, abscesos pulmonares, bronquiectasias quísticas, asma felino, infecciones por *Dirofilaria immitis*, *Paragonimus spp*, *Aelurostrongylus abstrusus*, teniasis, o migración de cuerpos extraños como la púa de puercoespín, o la acícula del pino (Pawloski and Broadus, 2010; Zimmermann, 2009).

De todas las etiologías anteriormente citadas, la rotura de ampollas y bullas pulmonares se considera la mayor causa de neumotórax espontáneo en el perro, y se ha sugerido que dicha rotura sea debida a una obstrucción en las vías aéreas pequeñas. Las ampollas y bullas pulmonares deben ser consideradas como posible causa de neumotórax espontáneo en animales que previamente se encontraban sanos, no presentaban historia clínica de enfermedad pulmonar, pertenecen al grupo de razas grandes o posean pecho profundo (Lipscomb, Hardie and Dubielzig, 2003). Las ampollas pulmonares son vesículas de aire de pequeño tamaño o de varios centímetros que aparecen en la superficie del pulmón, y habitualmente se localizan en los lóbulos apicales. Son acumulaciones de aire dentro de las capas de la pleura visceral que se forman cuando el aire atraviesa el parénquima pulmonar, debido a una ruptura alveolar subpleural. Por otro lado, las bullas pulmonares son bolsas de aire de tamaño variable (pueden implicar a unos pocos alveolos,

o a casi todo el pulmón) carentes de tejido epitelial, que se localizan en el interior del parénquima pulmonar, y se originan por la rotura del septo interalveolar. El aire queda atrapado por el tejido intersticial septal dentro del parénquima pulmonar y de las capas internas de la pleura visceral, como resultado de la rotura, dilatación y convergencia de alveolos contiguos (Zimmermann, 2009; Lipscomb, Hardie and Dubielzig, 2003). Cuando se ve involucrado un solo lóbulo pulmonar, el lóbulo pulmonar medio derecho es el que con mayor frecuencia se encuentra afectado (Stogdale et al. 1982).

El neumotórax iatrogénico es aquel que es originado de manera no intencionada por una maniobra diagnóstica o terapéutica. También puede ser clasificado en abierto o cerrado. Los procedimientos que pueden producir un neumotórax iatrogénico abierto son la colocación de un tubo de toracostomía, la aspiración torácica con aguja fina, la fenestración de discos torácicos, la ablación discal con láser percutáneo, la celiotomía para la resolución de hernias diafragmáticas, la dehiscencia tras una toracotomía, o cualquier manipulación que implique a la pared torácica. Por el contrario, los neumotórax iatrogénicos cerrados pueden ser consecuencia de determinadas maniobras médicas tales como la broncoscopia, la intubación traqueal en gatos, la ventilación con presión positiva intermitente, la biopsia pulmonar por punción, o la venopunción yugular en el gato (Pawloski and Broaddus, 2010).

6.1.2. Patogenia

La instauración del neumotórax conlleva una serie de repercusiones tanto en la mecánica respiratoria como en la función hemodinámica del paciente. En condiciones normales, la cavidad pleural es un estrecho espacio que contiene una pequeña cantidad de fluido, el cual mantiene las superficies pleurales húmedas y reduce la fricción entre ellas durante la respiración. Este líquido pleural permite que exista una cohesión entre la pleura parietal y visceral en cada ciclo respiratorio, creándose una presión negativa (subatmosférica), la cuál es producida por la presión retráctil del pulmón y la presión expansiva de la caja torácica, de signo opuesto (Kramek and Caywood, 1987).

Cuando el aire ingresa accidentalmente en la cavidad pleural se pierde la presión negativa interpleural, tornándose positiva, y la caja torácica ya no se ajusta eficientemente a los pulmones

por el líquido pleural, resultando todo esto en un colapso pulmonar parcial (atelectasia), una reducción del volumen tidal y un aumento del volumen torácico total. Como resultado del colapso pulmonar, se produce una disminución de la relación ventilación-perfusión, dando lugar a hipoxia arterial, hipercapnia y acidosis. Rápidamente se establece una taquipnea compensatoria, como respuesta del centro respiratorio al ser estimulado por los quimiorreceptores y mecanorreceptores pulmonares. Este aumento de la frecuencia respiratoria permite aumentar la presión parcial arterial de oxígeno y disminuir la de dióxido de carbono (Brockman and Puerto, 2003). Sin embargo, en contraposición a los seres humanos, los perros son capaces de soportar neumotórax masivos de hasta 2,5-3,5 veces el volumen residual, gracias a una amplia distensión torácica (Hemingway and Simmons, 1958). Además, con objeto de corregir el desequilibrio de la relación ventilación-perfusión, se produce una liberación de mediadores vasoactivos dentro de los vasos pulmonares de las zonas mal ventiladas, provocando vasoconstricción en dichas áreas, y desviando el flujo sanguíneo a las zonas mejor ventiladas (*shunt* intrapulmonar). Todo esto puede provocar un aumento de la presión arterial pulmonar, y en definitiva, un aumento del trabajo realizado por las cámaras derechas del corazón (Zimmermann, 2009; Brockman and Puerto, 2003). También es importante señalar que, debido a la pérdida de la presión negativa en la cavidad pleural, el retorno venoso al corazón se ve afectado, disminuyendo el gasto cardíaco y comprometiendo todavía más la función cardíaca (Pawloski and Broaddus, 2010). Por tanto, la hipoxia, la hipercapnia, la acidosis láctica y la insuficiencia cardíaca, pueden resultar fatales si no se tratan a tiempo (Zimmermann, 2009; Brockman and Puerto, 2003).

La condición patológica más crítica que pone rápidamente en riesgo la vida del animal es cuando se produce un neumotórax a tensión. Esta situación puede ocurrir tanto con un neumotórax traumático como con uno iatrogénico, y lo más frecuente es que suceda en neumotórax cerrados (Pawloski and Broaddus, 2010). En este caso, la fuga pleuropulmonar o pleurocutánea se comporta como una válvula antirretorno, permitiendo la entrada de aire en la cavidad pleural durante la inspiración, e impidiendo su salida durante la espiración. El suministro constante de aire al espacio pleural genera un aumento de la presión intratorácica, dando lugar a la compresión de los órganos intratorácicos. Llega un momento en el que la presión intrapleurales es supraatmosférica, causando un colapso de la vena cava, un fracaso del retorno venoso, shock cardiovascular, y finalmente, la muerte.

6.1.3. Historia y signos clínicos

La presentación clínica del neumotórax depende fundamentalmente del grado de neumotórax y de la reserva funcional respiratoria del animal. De esta manera los signos clínicos pueden pasar inadvertidos en animales con pequeño grado de neumotórax y que no presentan enfermedad pulmonar subyacente, gracias a la reserva respiratoria. Por el contrario, animales con mayor grado de neumotórax o enfermedad pulmonar concurrente, a menudo presentan disnea severa, distrés respiratorio, y disminución o ausencia del ruido laringotraqueal y murmullo vesicular (Salas et al., 2020).

La historia clínica y la exploración física pueden servir de gran ayuda al clínico para sospechar de la presencia de neumotórax.

En caso de neumotórax de origen traumático lo más común es que el animal se presente en la clínica con una historia evidente de trauma, y además de los posibles signos respiratorios, es muy común que el animal también presente otras lesiones propias del traumatismo tales como laceraciones, fracturas óseas, hematomas, etc (Zimmermann, 2009). De todos los signos respiratorios posibles, lo más frecuente es que nos encontremos con diferentes grados de distrés respiratorio, taquipnea e incremento del esfuerzo respiratorio. Además, la coloración de las mucosas podrá variar de rosadas a cianóticas y los sonidos pulmonares podrán estar más o menos disminuidos, especialmente en el campo pulmonar dorsal (Brockman and Puerto, 2003). En ocasiones el animal puede hipoventilar, sin embargo, esto ocurre con mayor frecuencia cuando se produce un neumotórax abierto de gran magnitud, como consecuencia de una herida penetrante de gran tamaño en la cavidad torácica que se comporta como una herida torácica de succión, permitiendo la entrada de aire al tórax durante la inspiración (Pawloski and Broaddus, 2010; Zimmermann, 2009).

Los animales con neumotórax espontáneo puede que no tengan una historia y signos clínicos tan obvios como el traumático, y a menudo los propietarios no acuden a los servicios veterinarios hasta que los signos clínicos no se hacen manifiestos, los cuales pueden pasar inadvertidos durante semanas o meses, si son de evolución lenta (Kramek and Caywood, 1987). Se han descrito una gran variedad de signos clínicos, predominando la disnea en el 70 % de los casos, anorexia (42

%), taquipnea (22 %), tos (20%) y vómitos (17 %) (Puerto et al., 2002). Otros signos más inusuales que podemos observar son letargia, cianosis, náuseas, poliuria, polidipsia, depresión, fiebre, intolerancia al ejercicio y colapso (Puerto et al., 2002; Zimmermann, 2009; Lipscomb, Hardie and Dubilzig, 2003). En el estudio realizado por Puerto et al. (2002) la duración de estos signos antes de que los propietarios acudieran con el animal a los servicios de urgencia osciló entre los 0 y 28 días, siendo el promedio de 3 días.

Cuando el neumotórax es iatrogénico en la historia clínica del paciente figurará un episodio reciente de aspiración torácica, intubación traqueal, anestesia o cualquier otro procedimiento médico que implique a la pared torácica. La aparición de taquipnea, distrés respiratorio, disminución de la distensibilidad pulmonar, desaturación de oxígeno, taquicardia, o hipotensión, después de cualquiera de los actos médicos anteriores debe hacer sospechar al clínico de una posible complicación por neumotórax iatrogénico (Zimmermann, 2009; Brockman and Puerto, 2003).

6.1.4. Diagnóstico

La auscultación y la percusión del tórax son dos técnicas de exploración sencillas, que en caso de neumotórax pueden mostrar una disminución o ausencia de los ruidos vesiculares pulmonares caudodorsales y de los ruidos cardiacos, y una hiperresonancia del tórax, respectivamente. Si a la percusión el sonido es timpánico lo más posible es que se trate de un neumotórax a tensión (Kramek and Caywood, 1987).

En cuanto a las pruebas de laboratorio, la hematología y el perfil bioquímico resultan poco específicas para el diagnóstico del neumotórax, ya que normalmente los valores se hallarán dentro de los intervalos de referencia, mostrarán alteraciones poco significativas, o bien, propias de la enfermedad concomitante (Lipscomb, Hardie and Dubilzig, 2003; Au et al., 2006). En muchos casos, podrá evidenciarse un leucograma de estrés, a causa de la disnea. En otras ocasiones, la formula leucocitaria también podrá informar al clínico acerca del grado de esterilidad en la cavidad torácica. Otros hallazgos como alteraciones en las enzimas hepáticas o los parámetros renales, pueden sugerir enfermedad hepática, renal, u ósea que también afecta a los pulmones

(septicemia, lupus eritematoso sistémico, metástasis), o pueden indicar daño celular ocasionado directamente por el trauma, o secundario a la hipoxia (Kramek and Caywood, 1987).

La gasometría es una medida más objetiva de la función pulmonar y puede revelar alcalosis respiratoria por la disminución de la presión arterial de dióxido de carbono en pacientes taquipneicos. En cambio, si el animal se presenta con hipoventilación, la acidosis metabólica será el hallazgo revelado, debido a la hipoxia celular que se genera (Kramek and Caywood, 1987; Willard, 1999).

La pulsioximetría también puede resultar muy útil para conocer el grado de hipoxemia. Cuando la saturación de oxígeno se sitúa por debajo del 93 %, se considera que existe alto grado de hipoxia y se debe administrar oxigenoterapia (Puerto and Waddell, 2016).

Además, también se pueden llevar a cabo otras pruebas laboratoriales complementarias que ayuden a completar el diagnóstico en caso de neumotórax espontáneo secundario, como el test serológico de *Dirofilaria immitis*, la detección de *Paragonimus spp.*, test fúngicos o cualquier otro que sea considerado por el clínico en función de la historia clínica y la geografía (Zimmermann, 2009; Puerto and Waddell, 2016).

No obstante, la realización de todas estas pruebas anteriormente descritas están indicadas una vez que el animal se encuentra estabilizado y como parte de la monitorización (Brockman and Puerto, 2003; Puerto and Waddell, 2016).

El diagnóstico definitivo de neumotórax se realiza mediante toracocentesis o diagnóstico por imagen.

La toracocentesis es un procedimiento diagnóstico y terapéutico que debería realizarse antes que cualquier otra prueba diagnóstica, en pacientes de rápido deterioro en los que exista una alta sospecha de neumotórax tras la evaluación inicial. Por tanto, es considerada una técnica de gran utilidad que permite confirmar el diagnóstico y ayudar a estabilizar al paciente (Zimmermann, 2009; Brockman and Puerto, 2003; Puerto and Waddell, 2016). Para llevar a cabo el procedimiento el animal debe estar colocado en decúbito esternal y suplementado con oxígeno. Previamente a la realización de la técnica se prepara asépticamente un pequeño campo en cada lado del tórax desde el sexto al noveno espacio intercostal y dorsal a la unión osteocondral. El material necesario consta de una aguja epicraneal (mariposa) o una aguja de calibre de 20 a 22 G con extensión unida

a una llave de 3 vías y jeringa de 60 ml. Mientras se introduce la aguja craneal a la 7,8 o 9 costilla se debe tirar del émbolo simultáneamente hasta que el aire penetre en la jeringa, permitiendo el posicionamiento exacto de la aguja en la cavidad pleural. Una vez que se ha accedido a la cavidad pleural, se aspira el aire y se drena mediante la llave de paso hasta obtener una presión negativa y se repite el procedimiento en el otro lado del tórax (Pawloski and Broadus, 2010). La complicación por neumotórax iatrogénico puede ocurrir si se produce la punción o laceración del parénquima pulmonar. No obstante, el riesgo puede ser reducido considerablemente si la técnica se realiza adecuadamente y se reconocen eficazmente los pacientes de riesgo (Crisp, 2000).

La radiografía supone un método excelente para el diagnóstico de neumotórax, pero está contraindicada en pacientes disneicos debido al estrés que supone por el posicionamiento del animal. Por ello, debe realizarse una vez que se ha evacuado todo el aire libre dentro del espacio pleural mediante la toracocentesis, con el objetivo de evaluar la presencia de lesiones torácicas en animales traumatizados, para determinar la patología subyacente en caso de neumotórax espontáneo secundario, o para monitorizar el correcto drenaje del espacio pleural tras la toracocentesis. Por tanto, únicamente deberá realizarse para el diagnóstico de neumotórax en animales estabilizados que no muestren signos respiratorios graves (Brockman and Puerto, 2003).

La proyección latero-lateral del tórax con el animal en decúbito lateral es la que mayor sensibilidad aporta para el diagnóstico del neumotórax. En esta proyección los pulmones aparecen colapsados y se retraen de la pleura parietal, observándose una mayor radiopacidad de los lóbulos pulmonares en comparación con el aire presente entre las dos pleuras. Si la radiografía se hace en espiración esta diferencia de densidad radiológica se potencia todavía más. Además, el patrón vascular pulmonar no se extiende hasta la pared torácica cuando la cavidad pleural se encuentra llena de aire, siendo más visible en la parte caudal del tórax con una proyección ventrodorsal. Otro hallazgo común que se observa en la proyección lateral es la elevación de la silueta cardíaca desde el esternón cuando la radiografía se hace en decúbito lateral. Sin embargo, este desplazamiento hacia arriba del corazón no aparece si la proyección lateral se realiza con el animal en estación (Monnet, 2003; Fossum, 2002).

El neumotórax a tensión puede ser reconocido radiológicamente por un desplazamiento del mediastino hacia el lado contrario del tórax, un aumento de los espacios intercostales y un aplanamiento del diafragma en el hemitórax ipsilateral (Pawloski and Broaddus, 2010).

Además de los hallazgos radiológicos del neumotórax, se debe realizar una evaluación minuciosa de la radiografía en caso de neumotórax traumático, espontáneo o iatrogénico. En pacientes traumatizados es importante descartar fracturas vertebrales o de costillas, hernia diafragmática, hemotórax o contusiones pulmonares. En caso de neumotórax espontáneo secundario se debe evaluar si hay una patología pulmonar subyacente como neumonía, granulomas, neoplasia, infección por *Dirofilaria immitis* (es posible que se observen cambios como vasos tortuosos o dilatación de las arterias pulmonares), o a veces, es posible que se visualicen ampollas y bullas pulmonares (Zimmermann, 2009). Sin embargo, la radiografía no es un método fiable para la detección de ampollas y bullas, siendo identificadas en el 4-31 % de los casos, aunque la sensibilidad puede aumentar si se realizan tres vistas radiográficas del tórax (latero-lateral izquierda, latero-lateral derecha y ventrodorsal o dorsoventral), radiografías seriadas o tras la evacuación del aire de la cavidad pleural (Puerto et al., 2002; Zimmermann; Au et al, 2006). Por otro lado, el grado de correlación entre la descripción radiológica del número y localización exacta de las bullas solo se correlacionó con los hallazgos quirúrgicos en 6 de los 12 perros en el estudio llevado a cabo por Puerto et al. (2006). Cuando se produce un neumotórax iatrogénico por desgarramiento traqueal durante la intubación en gatos, la radiografía podrá mostrar enfisema subcutáneo y neumomediastino, el cual se pone de manifiesto mediante la visualización de estructuras torácicas que normalmente no se observan (vena cava craneal, aorta y esófago) (Mitchell 1998; Hardie et al., 1999; Fossum, 2002).

Una técnica mejor que la radiografía para la detección de lesiones pulmonares asociadas a neumotórax espontáneo es la Tomografía Axial Computerizada (TAC). Es considerado un método mucho más sensible que la radiografía simple para la identificación de bullas y ampollas pulmonares, permitiendo conocer el número, el tamaño y la localización exacta de estas lesiones en los lóbulos pulmonares afectados en la mayoría de los casos (Pawloski and Broaddus, 2010; Au et al., 2006). En medicina humana, el uso de TAC para la detección de bullas y ampollas pulmonares ha demostrado tener éxito en el 88 al 91,8 % de los pacientes (Mittlehner, Friedrich and Dissmann, 1992; Sihoe et al., 2000; Yasufuku, Takashi and Fujisawa, 1999). Au JJ. et al. (2006) consiguieron identificar mediante la tomografía 2,5 veces más lesiones pulmonares que con la

radiografía en perros con neumotórax espontáneo, aunque los resultados obtenidos no fueron tan buenos como los descritos en la literatura humana. Esto se debe a que la identificación de áreas de baja atenuación y alteración del patrón vascular que se corresponden con las lesiones bullosas, se ve afectada por una cantidad media-alta de aire presente en la cavidad pleural, debido a la atelectasia del tejido pulmonar. Los resultados podrían mejorar si antes del TAC se realiza la descompresión completa del neumotórax mediante toracocentesis o toracostomía, o si se lleva a cabo la succión continua del espacio pleural durante la realización del TAC, lo que también ofrece mayor seguridad para la aplicación de ventilación de presión positiva, disminuyendo todavía más el grado de atelectasia (Au et al., 2006). Además, también pueden interferir en el diagnóstico otros factores como el tamaño y la ruptura de las bullas (Reetz, 2013). En el estudio realizado por Kavak (2012) la tomografía supuso una herramienta de gran utilidad para el planteamiento del enfoque quirúrgico al detectar las bullas pulmonares con mayor precisión que la radiografía, aunque la verdadera extensión de las lesiones no se correspondió con los hallazgos quirúrgicos. Por lo tanto, debido a que no elimina la exploración completa del tórax durante la cirugía y a los altos costes que presenta, el TAC no suele ser habitualmente utilizado para la evaluación preoperatoria en perros con neumotórax espontáneo (Zimmermann, 2009; Au et al., 2006). No obstante, si en el futuro se consiguen resolver todas estas limitaciones la tomografía podría servir de base para la resolución de lesiones pulmonares asociadas a neumotórax espontáneo mediante abordaje toracoscópico, suponiendo una mejor alternativa que la toracotomía (Puerto et al., 2002).

La toracosopia es una técnica quirúrgica mínimamente invasiva que además de su uso terapéutico, también puede ser utilizada como herramienta diagnóstica cuando mediante la radiografía y el TAC no se logran detectar las lesiones pulmonares (Zimmermann, 2009). Esta técnica permite una visualización suficiente por video de todas las estructuras intratorácicas, y ha demostrado ser muy precisa para el diagnóstico de bullas pulmonares (Brissot et al., 2003). Además, también es posible en ocasiones identificar el punto exacto de la fuga de aire, conocer el grado de afectación pulmonar, determinar si la lesión es focal o difusa, identificar la migración de cuerpos extraños al espacio pleural, o llevar a cabo una planificación precisa del enfoque quirúrgico (McCarthy, 1999).

Otra técnica similar es la broncoscopia, cuyo uso está recomendado cuando se sospecha de neumotórax iatrogénico por desgarro traqueal a causa de la intubación (Brockman and Puerto, 2003; Kramek and Caywood, 1987).

6.1.5. Tratamiento

Los objetivos que persigue el tratamiento del neumotórax son lograr de nuevo la expansión pulmonar mediante la evacuación del aire de la cavidad pleural, y evitar recurrencias. Este tratamiento no va a ser el mismo en todos los individuos, ya que dependerá de la etiología, del grado de colapso pulmonar, y de la presentación clínica que manifieste el animal (Pawloski and Boaddus, 2010; Kramek and Caywood, 1987; Peñalver et al., 2006). Así pues, la resolución definitiva del neumotórax podrá llevarse a cabo en algunos casos mediante tratamiento médico, mientras que en otros habrá que recurrir a la cirugía (Puerto et al., 2002; Fossum, 2002).

Inicialmente el tratamiento debe ir dirigido a la estabilización del paciente mediante drenaje torácico, oxigenoterapia, reposo estricto, fluidoterapia y analgesia. La toracocentesis suele ser un método muy eficaz en los casos de neumotórax traumático cerrado, siendo bajo el número de recidivas. Cuando se trata de neumotórax abierto es necesario cubrir las heridas con un vendaje oclusivo y estéril antes de realizar el drenaje (Fossum, 2002). La suplementación con oxígeno resulta primordial para tratar la hipoxia y la acidosis, y suele agilizar el proceso de curación en los pacientes con neumotórax traumático cerrado. La mejor forma de administrarla es mediante jaula de oxígeno, ya que de todos los procedimientos es el que menos estrés genera en el animal (Zimmermann, 2009). El descanso en jaula debe llevarse a cabo bajo un control exhaustivo por un periodo mínimo de 12-24 horas, y en caso de neumotórax unilateral, la mejor forma de colocar al animal será en decúbito lateral, con el hemitórax afectado hacia abajo (Fossum, 2002; Zidulka et al., 1982). El uso de analgésicos puede contribuir a una mejora de la ventilación en pacientes con lesiones que produzcan dolor agudo en la caja torácica (Fossum, 2002).

La primera opción para drenar el espacio pleural suele ser, generalmente, la toracocentesis. Sin embargo, cuando ésta resulte ineficaz, sea requerida más de dos veces en un lapso de 24 horas o se trate de un neumotórax a tensión, es necesario la colocación de un tubo torácico (Puerto et al., 2002). Las principales ventajas de la toracostomía son la posibilidad de drenar el aire contenido en

la cavidad pleural de forma continua o intermitente, la menor probabilidad de perforación del parénquima pulmonar asociada a toracocentesis frecuentes, y promover el cierre de la fuga pleural mediante la producción de fibrina debido a la presencia del tubo que actúa como un cuerpo extraño (Yoshioka, 1982).

El instrumental básico para la realización de una toracostomía consta de un tubo torácico, una pieza conectora y una jeringuilla o unidad de succión continua. El tubo se compone de un catéter de PVC sobre un trocar metálico que permite facilitar y dirigir su colocación. Por lo general, dichos tubos se encuentran marcados por una línea radiopaca centinela, cuya función es poder verificar la correcta colocación del tubo mediante radiografía. El tamaño del tubo a escoger debe ser aquel que posea un diámetro semejante al del bronquio principal del animal (Pawloski and Broaddus, 2010; Zimmermann, 2009). Para llevar a cabo esta técnica es necesario utilizar anestesia general (o bajo sedación si el paciente está crítico), la cual puede ser combinada con el bloqueo de los nervios intercostales (permite reducir los requisitos anestésicos y minimizar el dolor). Tras preparar asépticamente la parte lateral del tórax, se realiza una pequeña incisión en el tercio dorsal del tórax a nivel del décimo al duodécimo espacios intercostales. La inserción del tubo puede ser llevada a cabo por dos técnicas, mediante la tunelización subcutánea con pinzas de Carmalt o fórceps, o mediante el empuje a través de la pared torácica con un tubo torácico comercial. Una vez colocado, se retira el trocar, se cierra el tubo con unas pinzas atraumáticas y se conecta a un adaptador (llave de tres vías, *Luer-lock*, etc.). Finalmente se fija el dispositivo a la piel del animal mediante una sutura de “trampa china” y se comprueba su correcta colocación mediante radiografía (Pawloski and Broaddus, 2010; Zimmermann, 2009; Kahn, 2007).

El tubo torácico puede ser conectado a una jeringuilla para la extracción intermitente de aire o a un sistema de succión continua subacuático. La evacuación del aire de forma intermitente está indicada cuándo el neumotórax no sea de gran magnitud o la reacumulación de aire no se produzca rápidamente. En caso contrario, deberá utilizarse la succión continua, la cual, a diferencia de la anterior, no es capaz de medir la cantidad de aire extraído y necesita una mayor vigilancia del paciente. Sin embargo, este sistema permite el uso de ventilación artificial, lo que puede acelerar la recuperación del animal.

Existe otro dispositivo, la válvula de Heimlich, que conectado al catéter permite la salida del aire de la cavidad pleural utilizando la presión generada durante la espiración y evita el retorno de aire

durante la inspiración. Su uso no está indicado en perros de pequeño tamaño y gatos, ya que no son capaces de generar la suficiente presión, así como en pacientes con efusión pleural, debido a que se puede producir el taponamiento de la válvula (Zimmermann, 2009).

La pauta para retirar el tubo torácico es la no producción de aire en el espacio pleural por un periodo de 24 a 48 horas. Una vez retirado se debe cubrir la herida con un vendaje oclusivo durante 6 a 24 horas y la cicatrización será por segunda intención (Zimmermann, 2009).

Tanto la toracocentesis como la toracostomía son dos procedimientos que, por lo general, suelen resolver de manera definitiva en 3-5 días los neumotórax secundarios a traumatismos, o iatrogénicos. Por tanto, debido a que la tasa de recurrencia es baja, la cirugía no suele ser necesaria para el tratamiento de este tipo de neumotórax (Fossum, 2002). Sin embargo, si la fuga de aire es de gran extensión, difícil de manejar, o persiste más de cinco días después del traumatismo, se debe de plantear la cirugía. Cuando el neumotórax es provocado por heridas por mordedura, también puede ser necesaria la resolución quirúrgica de los defectos de la pared torácica, siempre y cuando el animal haya sido estabilizado previamente. El tratamiento quirúrgico también se vuelve necesario cuando se producen fracturas de varias costillas seguidas o si hay un desplazamiento grave de la parte terminal de la costilla fracturada (Brockman and Puerto, 2003).

Si hablamos de neumotórax espontáneo la situación es diferente, ya que rara vez responde al tratamiento médico por sí solo, resultando en una mayor persistencia del neumotórax y un alto índice de mortalidad. Por ello, tal y como demuestra Puerto et al. (2002) en su estudio, la cirugía es el tratamiento definitivo del neumotórax espontáneo en perros que no han sido diagnosticados de una enfermedad pulmonar que pueda ser tratada médicamente o de enfermedad pulmonar intersticial, y que además presenta una gran tasa de éxito en el diagnóstico de la causa subyacente. Dicho estudio evidencia una recurrencia del neumotórax del 3,3 % en los perros que fueron tratados quirúrgicamente, frente a un 50 % en los perros que recibieron tratamiento médico. Así mismo, estos datos se asemejan con los índices de mortalidad, que fueron del 12,1 % y 53 % en el grupo de perros tratados mediante cirugía y en los que se usó tratamiento médico, respectivamente.

Se puede acceder a la cavidad torácica a través de dos abordajes principales, la esternotomía media y la toracotomía lateral. De los dos, la esternotomía media se considera el enfoque de

elección, gracias a que permite abordar ambos hemitórax y acceder también al lóbulo pulmonar accesorio. Esto es necesario debido a la baja correspondencia existente entre las lesiones identificadas por radiografía y las halladas posteriormente por cirugía, y a que los estudios sugieren que el 37 % de los perros presenta lesiones en múltiples lóbulos pulmonares y el 26 % las presenta en ambos hemitórax (Puerto et al., 2002). Por tanto, se debe llevar a cabo una exploración exhaustiva de ambos hemitórax en busca de bullas y ampollas pulmonares, tumores, migración de material extraño, u otro tipo de lesiones. El sitio exacto de la fuga de aire puede ser localizado mediante visualización directa, o en caso de que las lesiones no sean tan evidentes puede sumergirse el parénquima pulmonar en solución salina estéril (0,9% NaCl) para localizar la fistula mediante la observación de las burbujas que se crean por la salida de aire (Puerto et al., 2002; Brockman and Puerto, 2003). Una vez localizadas las lesiones se podrá llevar a cabo la extirpación parcial o completa de los lóbulos pulmonares afectados (Puerto et al., 2002; Brockman and Puerto, 2003; Lipscomb, Hardie and Dubielzig, 2003). En caso de no haber identificado la fuga de aire, se pueden utilizar unas pinzas atraumáticas para clampar de forma sucesiva los bronquios lobulares con el objetivo de testar la fuga de aire mediante un circuito anestésico cerrado, lo que requiere una correcta sincronía entre cirujano y anestesista (Brockman and Puerto, 2003). Por otro lado, la toracotomía lateral se reserva para aquellos casos en los que se haya identificado fácilmente la lesión en un solo lóbulo, y sea necesaria su lobectomía (Fossum, 2002).

Pese a que hay pocos reportes en medicina veterinaria sobre el manejo toracoscópico para la resolución del neumotórax, hay algunos que demuestran el éxito de dicha técnica para el tratamiento del neumotórax espontáneo (Puerto et al., 2002; Garcia et al., 1998). En contraposición a la cirugía, la toracoscopia presenta bajas tasas de morbilidad y mortalidad, minimiza el dolor postcirugía, y reduce la duración de la hospitalización, ya que la recuperación es más rápida (Zimmermann, 2009). Sin embargo, su uso está condicionado por la correcta identificación y localización de las lesiones, y depende de técnicas de diagnóstico por imagen más precisas que las convencionales (Puerto et al., 2002). En un estudio de 2015 (Case, Mayhew and Singh, 2015), se informa de que el uso actual de la toracoscopia para el tratamiento del neumotórax espontáneo presenta una alta probabilidad de acabar realizando una esternotomía media, por lo que el cirujano debe estar preparado.

En algunas ocasiones, aunque no es muy frecuente, no es posible encontrar el punto de fuga durante la cirugía, o la fuga perdura durante más de cinco días tras la intervención quirúrgica, fenómeno que se conoce como neumotórax persistente (Brockman and Puerto, 2003; Jiménez et al., 2016). También puede ocurrir que la cirugía no pueda llevarse a cabo en el animal, ya sea por motivos económicos o porque está contraindicada, y el neumotórax persista a pesar de haber instaurado un tratamiento conservador (toracocentesis o toracostomía) (Merbl et al, 2010; Cahalane and Flanders, 2012).

Para este tipo de situaciones se ha descrito el uso de un dispositivo implantable de acceso pleural que permite tratar de manera paliativa durante un largo periodo de tiempo el neumotórax recurrente, eliminando los riesgos que entraña la realización de toracocentesis o toracostomías repetidas como son las sedaciones frecuentes o la posibilidad de puncionar el pulmón, y también minimiza el dolor y la inflamación asociada a estas técnicas, proporcionando mayor calidad de vida al paciente. El sistema se compone de un tubo multiperforado que se introduce en el espacio pleural y va acoplado a una cámara de titanio, que posee una membrana de silicona que se corresponde con el punto de punción, y se instala por vía subcutánea mediante una intervención quirúrgica mínimamente invasiva. Para aspirar el aire solo hay que localizar la cámara mediante palpación e introducir una aguja tipo de Huber a través de la piel, procedimiento que puede ser realizado por cualquier veterinario, e incluso por los propietarios si son debidamente instruidos. Como complicaciones principales destacan la posible infección y el taponamiento parcial del sistema (Cahalane and Flanders, 2012).

Otro procedimiento médico para evitar la reacumulación de aire en el espacio pleural cuando no se puede llevar a cabo la cirugía, es la pleurodesis. Esta técnica consiste en crear una adherencia de la pleura parietal y visceral debido a una reacción inflamatoria inducida mecánicamente o mediante la instilación de agentes químicos, dando lugar, a la obliteración de la cavidad pleural (Monnet, 2003; Navarro et al., 2016).

La pleurodesis mecánica requiere de toracotomía para poder efectuarla, siendo la esternotomía media el abordaje de elección, ya que ofrece el alcance a cualquier punto de las superficies pleurales. El proceso consiste en la erosión de las dos pleuras mediante una esponja seca (Monnet, 2003). Parece ser que el sellado de la fuga de aire se deba a un proceso de fibrosis

pulmonar, en lugar de a la fusión de ambas pleuras, tal y como propone un estudio realizado para comprobar la eficacia de la pleurodesis mecánica (Jerram et al., 1999). Para que la técnica sea efectiva es necesario mantener un drenaje constante durante un periodo mínimo de 10 días o hasta la resolución completa. También existe la posibilidad de combinar este procedimiento con pleurodesis química. Otro método descrito es la pleurectomía, aunque su uso no se recomienda debido a la alta probabilidad de sufrir hemorragias y neumotórax, así como a la alta tasa de mortalidad asociada (Monnet, 2003).

La utilización de sustancias químicas para ser inyectadas dentro de la cavidad torácica también se ha empleado para promover la pleurodesis, gracias a sus propiedades irritativas que inflaman la pleura. Entre los agentes más utilizados destacan la bleomicina, el talco, y algunas tetraciclinas (tetraciclina, minociclina, doxiciclina) (Merbl et al, 2010; Oppenheimer, 2014). Un agente químico esclerosante se considera perfecto cuando es capaz de reunir los siguientes atributos: presenta una elevada eficacia, es seguro, accesible y asequible (Merbl et al, 2010). Para ser eficaz debe ser capaz de provocar inflamación, inducir fibrosis, estimular la formación de nuevos vasos sanguíneos y promover el depósito transitorio de colágeno en las pleuras, considerándose todo ello imprescindible para una correcta pleurodesis (Mitchem et al., 1999).

La tetraciclina ha demostrado ser un agente quimioterapéutico eficaz para provocar la pleurodesis tanto en medicina humana como veterinaria (Birchard and Gallager, 1988; Gallager et al., 1990; Orsher and Harvey, 1990). El procedimiento se basa en el drenado previo del espacio pleural mediante la colocación de un tubo torácico, la inyección de una disolución de 75 ml de tetraciclina a una dosis de 40 mg/kg, la posterior inyección de aire (máximo 200 ml) para favorecer el reparto de la disolución por toda la superficie pleural, la colocación del paciente en diferentes posturas y finalmente la extracción del aire de la cavidad pleural dos horas después. Al igual que en la pleurodesis mecánica es sumamente importante el mantenimiento del drenaje torácico durante los días posteriores. Puesto que la pleurodesis es un proceso doloroso, se debe considerar la instilación de lidocaína al 0,25 % junto con la disolución de tetraciclina (Monnet, 2003). Sin embargo, las tetraciclinas producen toxicidad, tal y como se ha demostrado en un ensayo en conejos (Mitchem et al., 1999), en el cual se observaron alteraciones histológicas en el pulmón del lado contrario, así como una elevación de las transaminasas.

El talco es el agente químico esclerosante, cuyo uso ha sido el más extendido para el tratamiento de efusiones pleurales y neumotórax espontáneo persistentes en los seres humanos. Presenta una elevada eficacia que se sitúa entre 91-93 %, según la literatura humana (Kennedy and Sahn, 1994; Sahn, 2000; Light, 2000). No obstante, se ha informado de la aparición de dolor, fiebre, infección y deterioro de la función respiratoria, como complicaciones frecuentes (Kennedy and Sahn, 1994). Al igual que la tetraciclina también ha demostrado presentar toxicidad causando efectos indeseables a nivel sistémico (Mitchem et al., 1999). Además, no se han obtenido resultados en medicina veterinaria (Jerram et al., 1999).

Una alternativa que ha demostrado presentar menores efectos adversos y una resolución más rápida del neumotórax persistente es la instilación intrapleural de sangre autóloga (Oppenheimer et al., 2014). Desde que fuera documentada por primera vez en 1987 por Robinson, la pleurodesis sanguínea se ha realizado en pacientes humanos para el tratamiento de neumotórax primarios y secundarios, neumotórax persistentes postquirúrgicos y derrames pleurales recurrentes con unas tasas de éxito que oscilan entre el 73 y el 100 %. Sin embargo, a pesar de haberse obtenido muy buenos resultados, su uso no ha sido muy extendido (Jiménez et al., 2016; Rinaldi, Felton and Bentley, 2009; Williams and Laing, 2005). La primera vez que se describió en veterinaria fue en un artículo del año 2010 (Merbl et al., 2010) para el tratamiento de una perra con un neumotórax que persistió más de 4 días después de haber sido intervenida de una hernia diafragmática crónica. En este caso los propietarios no podían asumir los gastos de una segunda cirugía o de la colocación de un tubo torácico, y se decidió llevar a cabo la pleurodesis con sangre autóloga, resultando en una resolución completa e inmediata del neumotórax persistente.

Posteriormente se realizó un estudio retrospectivo (Oppenheimer et al., 2014) de 8 perros tratados con un parche de sangre autóloga con el objetivo de hacer un seguimiento clínico y comprobar su eficacia. Dicha técnica resultó ser efectiva en 7 de los 8 perros, lo que equivale a una tasa de éxito del 87,5 %. Cabe señalar que el sellado definitivo de la fuga se produjo de forma rápida en 4 de los perros después de la primera administración de sangre, siendo necesario repetir la técnica en el resto de los casos. La causa de neumotórax en los perros en los que se solucionó la fuga de aire persistente tras un único parche de sangre autóloga fue el traumatismo en todos ellos, excepto uno que fue una migración de cuerpo extraño, mientras que los 4 perros con pleurodesis repetidas presentaban neumotórax espontáneo. Esto parece indicar que la necesidad

de llevar a cabo más de una pleurodesis sanguínea puede estar influenciada por la etiología del neumotórax, siendo más eficaz en el neumotórax traumático.

Para llevar a cabo la pleurodesis con sangre autóloga se debe extraer con una jeringuilla sin anticoagulante la cantidad necesaria de sangre entera de la vena yugular en condiciones asépticas. Una vez recolectada, la sangre debe infundirse cuanto antes al espacio pleural mediante el tubo torácico y una vez inyectada se realiza un lavado del tubo con suero fisiológico. Para asegurar el contacto de la sangre con toda la superficie pleural hay que cambiar de posición al animal, alternando decúbito lateral derecho e izquierdo, cada 15 minutos durante un periodo de 2 horas (Merlb et al., 2010).

Aunque todavía no ha sido aclarada con exactitud la manera mediante la cual se produce el sellado de las fugas de aire persistente con pleurodesis sanguínea, se sabe que intervienen varios factores. La rápida resolución del neumotórax tras la instilación de sangre autóloga podría explicarse por el taponamiento por coágulos sanguíneos en los puntos de fuga, los cuáles actuarían como un parche. Además, se produciría una verdadera pleurodesis a largo plazo, debido a la reacción inflamatoria inducida por la sangre, dando lugar a adhesiones entre las pleuras (Rinaldi, Felton and Bentley, 2009; Dumire et al., 1992). En un estudio de medicina humana (Rivas de Andrés, Blanco and de la Torre, 2000), se informa de como el parche de sangre autóloga consiguió resolver de manera exitosa en todos los pacientes el neumotórax persistente en 24 horas, siendo necesaria una sola aplicación, y sin haberse registrado efectos secundarios. En otro estudio de humana (Lang-Lazdunski and Coonar, 2004), el cierre de la fuga de aire persistente se produjo dentro de las 12 horas posteriores tras la administración del parche en el 72,7 % de los casos y fue efectiva en el 100 %, también sin apenas causar efectos secundarios.

Según la literatura humana, las principales complicaciones que pueden ocurrir son la infección y el neumotórax a tensión. La infección puede ser consecuencia de la cirugía previa o de no haber mantenido la asepsia durante la instilación de sangre. La infección puede evolucionar rápidamente a un empiema, siendo ésta la complicación más común con una incidencia del 9 % (Merbl et al., 2010). La infección suele responder al tratamiento antibiótico empírico, aunque su uso no debe ir asociado a la realización de la pleurodesis sanguínea, salvo que haya una enfermedad subyacente que lo justifique, con el fin de evitar resistencias. Para prevenir la formación de un neumotórax a

tensión se recomienda elegir tubos torácicos de mayor diámetro y alzar el tubo por encima de la cavidad torácica formando una U invertida, que permita la salida de gas, pero mantenga el líquido en su interior (Oppenheimer et al., 2014). Según la literatura veterinaria, estas complicaciones todavía no han sido reportadas en ninguno de los estudios disponibles (Merbl et al., 2010; Oppenheimer et al., 2014).

Todavía no existe un consenso claro sobre cuál es la cantidad de sangre exacta que habría que utilizar para realizar la pleurodesis de forma correcta. Lo que sí se conoce es que la cantidad de sangre debería estar correlacionada con la superficie pleural, y que, a mayores volúmenes de sangre, mayores adherencias se establecen entre las pleuras. Según un estudio en ratas (Özpolat et al., 2009) se recomienda una dosis de 2-3 ml/kg para poder inducir la pleurodesis de manera efectiva.

6.2. Descripción de un caso clínico

A continuación, se expone el caso de Jota, un perro macho castrado de 2 años de edad, de raza galgo español, que fue remitido al centro de referencia Emergencias veterinarias de Zaragoza (EMVET), debido a un posible politraumatismo (sospecha de atropello). Previamente el animal fue atendido en su clínica habitual donde se le practicaron los primeros auxilios y una aproximación diagnóstica.

6.2.1. Anamnesis

Los propietarios comentan que el día anterior el animal se escapó del domicilio, lo achacan a la pirotecnia efectuada esa noche debido a las fiestas patronales del pueblo, y hasta la mañana siguiente no lo encontraron. Cuando fue hallado presentaba múltiples heridas y una respiración muy agitada.

Lo adoptaron hace 1 año, castrado en el momento de la adopción. Sin patologías previas conocidas, vacunado y desparasitado al día.

6.2.2. Protocolo diagnóstico

En el informe de remisión, el veterinario aporta diversas pruebas diagnósticas:

- Hemograma: se observa un ligero aumento de los neutrófilos de 13 ($1,48-10,29 \times 10^9/L$). El origen de este ligero aumento puede ser debido a la situación de estrés o al desarrollo de un proceso inflamatorio agudo.
- Bioquímica: aumento X 7 de Alanina aminotransferasa de 712 (10-125 u/L). Este aumento viene dado por el daño tisular generado por el atropello, ya sea en órganos internos como musculatura.
- Radiografía: se trata de una proyección latero lateral de tórax, donde se aprecia elevación de la silueta cardíaca, así como separación de las pleuras viscerales y parietales debido a la presencia de aire libre, también destacar el aumento de radioopacidad de los lóbulos pulmonares craneales. De esta radiografía podemos concluir que el animal presenta neumotórax y una atelectasia pulmonar debida a una patología parenquimatosa previa o a una contusión debida al traumatismo sufrido (Figura 1).

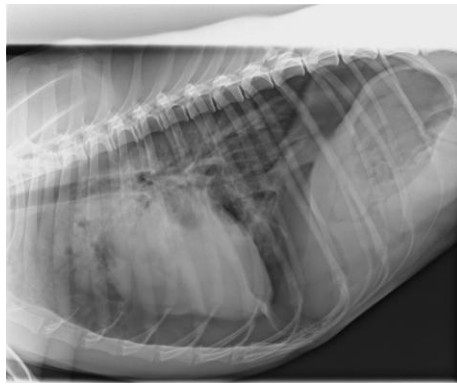


Figura 1. Primera radiografía.

- Ecografía abdominal: leve presencia de líquido libre no puncionable para extraer muestra de este.

6.2.3. Signos clínicos

En la exploración general se observa:

- Condición corporal: 4/9.
- Estado mental: alerta.
- Color mucosas: rosáceas.
- Tiempo de relleno capilar: < 2s.

- Auscultación cardíaca: sonidos cardíacos disminuidos.
- Frecuencia cardíaca: 100 latidos por minuto.
- Auscultación pulmonar: crepitaciones leves en campo pulmonar craneal.
- Frecuencia respiratoria: 48 respiraciones por minuto, con tiraje costal.
- Palpación abdominal: Levemente dolorosa.
- Presenta múltiples heridas en zona costal derecha, así como una herida en zona lumbar, que previamente ha sido suturada por el veterinario remitente.

6.2.4. Tratamiento inicial

En el centro remitente se le ha realizado una leve sedación para realizar las pruebas anteriormente citadas y primera atención de las heridas más profundas, siendo estas suturadas con puntos simples. En dicho centro se le ha administrado Amoxicilina clavulánico a 12.5 mg/kg vía subcutánea (SC) y meloxicam a 0.2 mg/kg vía SC.

En el centro de referencia el animal es hospitalizado en una jaula de oxigenoterapia para su correcta oxigenación y la colocación de un catéter intravenoso para instaurar fluidoterapia de mantenimiento. Una vez estabilizado el paciente, es cuando se realiza una toracocentesis en el 7º espacio costal del hemitórax derecho, extrayendo 1873 ml. Tras la toracocentesis, el animal se hospitaliza en jaula de oxígeno con las siguientes pautas:

- Amoxicilina Clavulánico a 12.5 mg/kg SC cada 24 horas
- Meloxicam a 0.1 mg/kg SC cada 24 horas
- Tramadol a 2 mg/kg intravenoso (IV) cada 8 horas
- Control frecuencias respiratorias cada 4 horas
- Control ecográfico a las 12 horas
- Control radiológico a las 24 horas o antes si el animal presenta disnea.

6.2.5. Evolución hospitalaria

Tras 12 horas, el animal evoluciona favorablemente, y se realiza la ecografía seriada, observándose la misma cantidad de líquido libre.

Se efectúa control radiológico tras 24 horas, ya que el animal no ha presentado dificultad respiratoria, se realizan dos radiografías una en proyección latero lateral y otra en proyección ventro dorsal. En dichas pruebas se observa neumotórax, aunque en menor grado que el día anterior, y dos estructuras redondeadas radiopacas, compatibles con: bullas, hematoceles, neoplasia, abscesos, granulomas o quiste. Se decide realizar toracentesis, extrayendo 300 ml de aire. En cuanto a la ecografía control, no se aprecia líquido libre.

La evolución del paciente es buena, mostrándose animado en el box y mantiene el apetito. Se plantea realizar un último control radiológico para valorar el alta, pero se mantiene la imagen de neumotórax y las dos estructuras radiopacas. Se decide no drenar el aire en espacio pleural ya que el animal no presenta alteración en el patrón respiratorio. El animal continúa un día más en hospitalización.

A las 24 h se repite control radiológico, mostrando un aumento del neumotórax, por lo que se decide colocar un tubo de drenaje torácico. Se realiza ligera sedación con dexmedetomidina a 1 µg/kg IV junto a metadona a 0.2 mg/kg IV, se coloca en hemitórax tubo de drenaje torácico comercial (Pleuracan®), y se drenan 700 ml. Se pauta drenaje pleural cada 2h.

Tras la colocación el tubo torácico se extrae de forma continua cada 2 horas de 2 a 3 litros por extracción, aunque el animal no presenta ningún tipo de alteración en la respiración. Debido al aumento de la producción de aire en el espacio pleural, se decide realizar un TAC para enfocar una posible cirugía. El paciente se deriva a otro centro para realizar el TAC, tras realizar este el animal se vuelve a hospitalizar en EMVET.

Los resultados del TAC muestran neumotórax bilateral, de mayor magnitud en el lado derecho; lesiones pulmonares multifocales altamente compatibles con hematoceles (bullas pulmonares con un componente hemorrágico en su aspecto central), cuyo origen es probablemente el trauma recibido, y sospecha de efusión pleural bilateral mínima, siendo compatible probablemente con hemotórax traumático. Ante este diagnóstico se plantea a los propietarios realizar una esternotomía media exploratoria para buscar la fuga del aire en el parénquima pulmonar, pero debido a motivos económicos los propietarios declinan dicha opción y se opta por realizar una pleurodesis con sangre autóloga.

Para realizar la pleurodesis se seda al animal con dexmedetomidina a 1 $\mu\text{g/kg}$ IV y posteriormente se induce con propofol IV a dosis efecto. Se preparan de forma aséptica ambos hemitórax y la yugular derecha. Se extraen 5 ml/kg de la yugular derecha con una palomilla de 21G, y son inoculados la mitad en cada hemitórax, al final de la inoculación se instilan 5 ml de suero salino fisiológico y se le dan varias vueltas al animal. Finalmente se coloca una válvula de Heimlich y se decide no vaciar en 4 horas.

Tras las 12 primeras horas después de la pleurodesis el animal presenta un leve empeoramiento ya que aumentan las frecuencias respiratorias hasta alcanzar 60 respiraciones por minuto, desarrolla leve fiebre (39.3°C) y deja de comer. En estas horas se mantiene el drenaje pleural cada 2 horas, extrayendo de 1 a 2 litros de aire. En las siguientes 4 horas, el animal experimenta un descenso de la producción de aire, hasta que finalmente no se drena nada de aire. Se realiza una radiografía control (Figura 2) en proyección latero lateral, donde no se observa neumotórax, aunque se mantiene la presencia de un posible hematocele. Debido a la mejoría se decide mantener hospitalizado al animal al menos 24 horas más.



Figura 2. Radiografía post-pleurodesis.

En las últimas 24 horas, las frecuencias respiratorias se mantienen en torno a 24 respiraciones por minuto, mantiene el apetito, las constantes vitales se mantienen en rango. Se realiza un último control radiológico donde sólo se aprecia el posible hematocele, por lo que se decide dar el alta al animal con las siguientes pautas:

- Amoxicilina clavulánico a 12.5 mg/kg vía oral cada 12 horas

- Tramadol a 2 mg/kg vía oral cada 8 horas
- Curas de las heridas con gasas y betadine diluido dos veces al día.
- Vigilar la frecuencia respiratoria en reposo (debe ser menor de 40 respiraciones por minuto), y vigilar que no jadee en reposo, ya que puede ser signo de que se ha reproducido el neumotórax.

6.2.6. Seguimiento tras alta hospitalaria

Se realiza primer control radiológico a los 7 días, donde no se observa presencia de neumotórax, y el hemocele ha disminuido su diámetro, por lo que se decide retirara el drenaje pleural.

Tras 15 días se vuelve a repetir el control radiológico, habiendo disminuido el diámetro del hemocele.

Finalmente, se realiza último control donde se aprecia una gran disminución del hemocele, dando así el alta definitiva hasta la fecha (Figura 3).



Figura 3. Última radiografía tras el alta.

7. DISCUSIÓN

En primer lugar, cabe destacar los factores predisponentes para sufrir un traumatismo vehicular en las áreas urbanas, como son la edad y el sexo en los perros. En nuestro caso se trata de un macho de 2 años, que como indican Kolata and Jonhston (1975), son los perros machos jóvenes los que presentan mayor predisposición. Sin embargo, también señalan que los machos enteros son

los de mayor riesgo. Aunque en este caso, la salida del domicilio se puede deber al nerviosismo generado por los fuegos artificiales.

Haciendo referencia a la incidencia del neumotórax, la literatura sugiere que este se presenta en casi la mitad de los traumas recibidos en el tórax, siendo el neumotórax traumático cerrado el más frecuente (Kramek, 1987). El perro del presente caso fue encontrado por sus dueños con heridas en diversas partes del cuerpo y fue diagnóstico de neumotórax traumático cerrado, lo cual coincide con lo descrito.

En cuanto a los signos clínicos, la disnea y taquipnea fueron los únicos signos relevantes en el caso tratado y en la bibliografía se señala que la disnea aparece en el 70 % de los casos con neumotórax y el aumento de la frecuencia respiratoria en el 22 % (Puerto et al., 2002).

Las pruebas de laboratorio resultan de poca importancia para el diagnóstico del neumotórax. Sin embargo, algunas alteraciones pueden orientarnos hacia la causa primaria (Kramek, 1987). El perro del caso clínico presentaba un elevado aumento de la ALT, siendo muy probable que fuera debido al daño celular producido por el traumatismo.

En cuanto a la ecografía, se apreciaba una pequeña cantidad de líquido libre, que en los posteriores controles desapareció, lo más probable es que fuera debido a un pequeño sangrado debido al traumatismo.

Por lo que concierne a las herramientas de diagnóstico, la radiografía supone una técnica con una sensibilidad muy alta en el diagnóstico de neumotórax. Sin embargo, está contraindicada en pacientes críticos que presentan neumotórax de gran magnitud, siendo la toracocentesis el método recomendado, la cual permite diagnosticar y resolver inicialmente el acúmulo de aire en la cavidad pleural (Brockman and Puerto, 2003). En este caso, se llevó a cabo en primer lugar la radiografía antes que el drenado de la cavidad pleural, debido a que el paciente no se encontraba descompensado, permitiendo una evaluación más completa del animal.

En este caso se decidió la realización de TAC debido a que no respondía al tratamiento conservador y así poder identificar y localizar las lesiones de cara al enfoque quirúrgico. En muchos estudios, el TAC ha demostrado presentar mayor sensibilidad que la radiografía para

identificar, cuantificar, medir y localizar las lesiones que afectan a los lóbulos pulmonares, permitiendo un mejor planteamiento del enfoque quirúrgico. Sin embargo, la necesidad de llevar a cabo una exploración completa del tórax mediante una esternotomía media sigue siendo recomendada, debido a que muchas veces los hallazgos encontrados en TAC no se corresponden con los quirúrgicos (Au et al., 2006; Kavak, 2012). En este caso no se pudo comprobar la correspondencia de las lesiones porque no se efectuó la cirugía.

Como tratamiento inicial, la toracocentesis es considerada el método de elección en caso de neumotórax traumático cerrado, proporcionando una resolución definitiva en la mayoría de los casos, ya que las lesiones en el parénquima pulmonar suelen sanar en un máximo de 5 días (Brockman and Puerto, 2003). Esta información no se corresponde con el caso clínico aquí descrito, ya que el tratamiento conservador no fue efectivo y fue necesario llevar a cabo otro manejo terapéutico. Esto puede deberse en mayor medida a que el tipo de neumotórax que presentaba el animal era traumático cerrado a tensión.

Puesto que la toracocentesis resultó ser ineficaz para el tratamiento del neumotórax, se procedió a la colocación de un tubo torácico en ambos hemitórax, ya que tal y como se indica en la bibliografía, la toracostomía debe ser llevada a cabo cuando el neumotórax no responda a la toracocentesis, cuando esta sea necesaria más de dos veces en un intervalo de 24 horas, o en caso de que se trate de un neumotórax a tensión (Puerto et al., 2002).

Una vez colocado el tubo torácico se procedió a la realización de una pleurodesis con sangre autóloga, debido a que en un principio la cirugía no era posible. Sin embargo, esta alternativa permitió el parchado de la fuga de aire persistente, consiguiendo solucionar el neumotórax de manera efectiva. Tal y como se indica en la bibliografía, la toracotomía exploratoria se considera el tratamiento de elección para la fuga de aire persistente, ya que las tasas de éxito se corresponden con el 88 % en perros y el 97 % en humanos, siendo superior a la tasa de éxito de la pleurodesis sanguínea en medicina humana. (Oppenheimer et al., 2014).

En el estudio llevado a cabo por Oppenheimer et al. (2014), se sugiere que la causa del neumotórax puede influir en la necesidad de tener que realizar tratamientos repetidos. De esta manera los perros con neumotórax traumático serían candidatos para requerir una única administración de un parche de sangre autóloga, mientras que en el caso de neumotórax

espontáneo por enfermedad bullosa es más probable que se requieran pleurodesis adicionales. Esta información concuerda con el presente estudio, ya que se trata de un neumotórax traumático cerrado que fue solucionado exitosamente mediante una pleurodesis con sangre autóloga.

La pleurodesis sanguínea ha sido descrita como el procedimiento que presenta el tiempo más breve para sellar el punto de fuga aérea, al ser comparada con otras técnicas. Algunos estudios de la literatura de medicina humana establecen un tiempo que puede variar de 12 a 48 horas (Rivas de Andrés, Blanco and de la Torre, 2000; Lang-Lazdunski and Coonar, 2004). Al compararlo con este caso, el neumotórax se resolvió a las 16 horas de haber administrado el parche y, por tanto, se sitúa entre los tiempos descritos.

Como se indica en la revisión bibliográfica, aunque presenta muy pocos efectos adversos, destacan la infección y el neumotórax a tensión como posibles complicaciones de la pleurodesis sanguínea. En este perro, al igual que en otros estudios descritos en veterinaria (Oppenheimer et al., 2014; Merbl et al., 2010), la pleurodesis no ha entrañado ninguna de estas complicaciones.

En cuanto a la dosis de sangre, se administraron 5 ml/kg de sangre repartida entre ambos hemitórax, proporcionando una resolución definitiva al neumotórax persistente. Esta dosis se sitúa por encima de la mínima necesaria para poder inducir una pleurodesis efectiva, la cuál es de 2-3 ml/kg, según se describe en un estudio en ratas (Özpola et al., 2010).

En la bibliografía describe la administración de sangre a través del propio tubo de toracotomía, sin embargo, en este paciente se realizó a través de una palomilla de 21 G para evitar la posible obstrucción del drenaje torácico, ya que en anteriores casos realizados en este centro veterinario, el tubo se obstruyó a pesar de instilar 10 ml de suero salino a través de él.

8. CONCLUSIONES

- El neumotórax persistente, aunque no se presenta con mucha frecuencia, puede suponer una dificultad para ser tratado en algunos casos, ya que implica una estabilización previa y posteriores periodos largos de hospitalización lo que se traduce en un incremento de los costes sanitarios.

- Cuando no se produce el cierre de la fuga de aire y esta persistente tras haber instaurado un tratamiento conservador o quirúrgico en un periodo de tiempo máximo de 5 días, es necesario un cambio de paradigma en el manejo terapéutico.
- Aunque la toracotomía exploratoria se considera el tratamiento de elección para el neumotórax persistente, la pleurodesis con sangre autóloga puede ser una opción factible, cuando no se identifica el punto de fuga durante una cirugía exploratoria, cuando la fuga persista tras haber realizado la cirugía, o cuando la cirugía no sea posible.
- La pleurodesis con sangre autóloga es un tratamiento fácil de realizar, poco costoso, eficiente, rápido, indoloro y con pocos efectos adversos, por lo que puede utilizarse en pacientes con enfermedad subyacente para los que la cirugía o la anestesia suponga un riesgo añadido.
- En el presente caso, la pleurodesis con sangre autóloga resulto ser muy eficaz y no presento complicaciones al ser utilizada como tratamiento del neumotórax persistente. Sin embargo, para poder asegurar su efectividad y seguridad es necesario llevar a cabo un estudio multicéntrico.

9. CONCLUSIONS

- The persistent air leakage, although it's not a very frequent complication, it can be difficult to treat in some cases, and involves long periods of hospitalisation and increased health costs.
- When the closure of the persistent air leak does not occur after having established a conservative or surgical treatment in a maximum period of 5 days, a change of paradigm in the therapeutic management is necessary.
- Although exploratory thoracotomy is considered the treatment of choice for persistent air leakage, pleurodesis with autologous blood may be a feasible option when the point of

leakage is not identified during exploratory surgery, when the leak persists after surgery, or when surgery is not possible.

- Pleurodesis appears to be an easy treatment to perform, inexpensive, efficient, fast, painless and with very few adverse effects, so it can be used in patients with underlying disease for whom surgery or anaesthesia poses an added risk.
- In the present study, pleurodesis with autologous blood proved to be very effective and presented no complications when used as a treatment for persistent pneumothorax. However, in order to ensure its effectiveness and safety, it is necessary to carry out a multicentre study.

10. VALORACIÓN PERSONAL

Resulta increíble poner punto y final con este trabajo a cinco años de carrera, llenos de esfuerzo y enriquecimiento tanto a nivel formativo como personal. El trabajo fin de grado para mí ha supuesto la oportunidad de poder indagar y profundizar sobre un tema de interés, la familiarización con las herramientas de búsqueda de información científica, el aprendizaje para la correcta redacción de un artículo científico de forma rigurosa y concisa. En definitiva, este trabajo te permite ampliar conocimientos en el campo de la medicina veterinaria.

Por último, mi especial agradecimiento a mi tutor, David Montesinos, sin el cual no hubiera sido posible, demostrando tener gran disposición y una paciencia increíble, y haciendo de este trabajo una labor grata.

11. BIBLIOGRAFÍA

Au, J. J., Weisman, D. L., Stefanacci, J. D., & Palmisano, M. P. (2006). "Use of computed tomography for evaluation of lung lesions associated with spontaneous pneumothorax in dogs: 12 cases (1999-2002)". *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 228(5), pp. 733-737. DOI: 10.2460/javma.228.5.733.

- Birchard, S. J., Gallagher, L. (1988). "Use of pleurodesis in treating selected pleural diseases". **Compend Contin Educ Pract Vet.** 10(7), pp. 826
- Brissot, H. N., Dupre, G. P., Bouvy, B. M., & Paquet, L. (2003). "Thoracoscopic treatment of bullous emphysema in 3 dogs". **Veterinary surgery: VS.** 32(6), pp. 524-529. DOI: 10.1111/j.1532-950x.2003.00524.x
- Brockman, D. J., & Puerto, D. A. (2003). "Pneumomediastinum and pneumothorax". In: King, L. (ed.). **Textbook of Respiratory Diseases of Dogs and Cats.** Philadelphia: Saunders, pp. 616-624.
- Cabon, Q., Deroy, C., Ferrand, F. X., Pillard, P., Cachon, T., Fau, D., Goy-Thollot, I., Viguier, E., & Carozzo, C. (2015). "Thoracic bite trauma in dogs and cats: A retrospective study of 65 cases". **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology.** 28(6), pp. 448-454. DOI: 10.3415/VCOT-15-01-0001.
- Cahalane, A. K., & Flanders, J. A. (2012). "Use of pleural access ports for treatment of recurrent pneumothorax in two dogs". **Journal of the American Veterinary Medical Association.** 241(4), pp. 467-471. DOI: 10.2460/javma.241.4.467.
- Case, J. B., Mayhew, P. D., & Singh, A. (2015). "Evaluation of Video-Assisted Thoracic Surgery for Treatment of Spontaneous Pneumothorax and Pulmonary Bullae in Dogs". **Veterinary surgery: VS.** 44(Suppl 1), pp. 31-38. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2014.12288.x.
- Crisp, M. (2000). "Critical care techniques". In: Birchard, S.R., & Scherding, R. (eds.). **Saunders Manual of Small Animal Practice.** Philadelphia: Saunders, pp. 25.
- Dumire, R., Crabbe, M. M., Mappin, F. G., & Fontenelle, L. J. (1992). "Autologous 'blood patch' pleurodesis for persistent pulmonary air leak". **Chest.** 101(1), pp. 64-66. DOI: 10.1378/chest.101.1.64.
- Fossum, T.W. (2002). "Surgery of the lower respiratory system". In: Fossum, T. W., (ed.). **Small Animal Surgery.** 2nd ed. St Louis: Mosby, pp. 788-820.

- Gallagher, L. A., Birchard, S. J., & Weisbrode, S. E. (1990). "Effects of tetracycline hydrochloride on pleurae in dogs with induced pleural effusion". *American journal of veterinary research*. 51(10), pp. 1682-1687.
- García, F., Prandi, D., Peña, T., Franch, J., Trasserra, O., & de la Fuente, J. (1998). "Examination of the thoracic cavity and lung lobectomy by means of thoracoscopy in dogs". *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*. 39(5), pp. 285-291.
- Hardie, E. M., Spodnick, G. J., Gilson, S. D., Benson, J. A., & Hawkins, E. C. (1999). "Tracheal rupture in cats: 16 cases (1983-1998)". *Journal of American Veterinary Medical Association*. 214(4), pp. 508-512.
- Hemingway, A., Simmons, D. H. (1958). "Respiratory response to acute progressive pneumothorax". *Journal of applied physiology*. 13(2), pp. 165-170. DOI: 10.1152/jappl.1958.13.2.165.
- Jerram, R. M., Fossum, T. W., Berridge, B. R., Steinheimer, D. N., & Slater, M. R. (1999). "The efficacy of mechanical abrasion and talc slurry as methods of pleurodesis in normal dogs". *Veterinary surgery : VS*. 28(5), pp. 322-332. DOI: 10.1111/j.1532-950x.1999.00322.x.
- Jerram, R. M., Fossum, T. W., Berridge, B. R., Steinheimer, D. N., & Slater, M. R. (1999). "The efficacy of mechanical abrasion and talc slurry as methods of pleurodesis in normal dogs". *Veterinary surgery : VS*. 28(5), pp. 322-332. DOI: 10.1111/j.1532-950x.1999.00322.x.
- Jiménez Arribas, P., Laín Fernández, A., Guillén Burrieza, G., López-Fernández, S., Moreno Galdó, A., & Lloret Roca, J. (2016). "Pleurodesis con sangre autóloga en el tratamiento del neumotórax en pacientes pediátricos". *Cirugia Pediatrica : Organo Oficial de La Sociedad Española de Cirugia Pediatrica*. 29(1), pp. 4-7.
- Kahn, S. A. (2007). "Thoracostomy tube placement in the dog". *Lab Animal*. 36(3), pp. 21-24. DOI: 10.1038/labon0307-21.
- Kavak, A. (2012). "What is your diagnosis?". *Turkderm Deri Hastaliklari ve Frengi Arsivi*. 46(SUPPL.2), pp. 147-149. DOI: 10.4274/turkderm.46.s2.26

- Kennedy, L., & Sahn, S. A. (1994). "Talc pleurodesis for the treatment of pneumothorax and pleural effusion". *Chest*. 106(4), pp. 1215-1222. DOI: 10.1378/chest.106.4.1215.
- Kolata, R. J., & Johnston, D. E. (1975). "Motor vehicle accidents in urban dogs: a study of 600 cases". *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 167(10), pp. 938-941.
- Kramek, B. A., & Caywood, D. D. (1987). "Pneumothorax". *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*. 17(2), pp. 285-300. DOI: 10.1016/s0195-5616(87)50028-6.
- Lang-Lazdunski, L., & Coonar, A. S. (2004). "A prospective study of autologous 'blood patch' pleurodesis for persistent air leak after pulmonary resection". *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 26(5), pp. 897-900. DOI: 10.1016/j.ejcts.2004.07.034.
- Light R. W. (2000). "Talc should not be used for pleurodesis". *American journal of respiratory and critical care medicine*. 162(6), pp. 2024-2026. DOI: 10.1164/ajrccm.162.6.pc09-00b.
- Lipscomb, V. J., Hardie, R. J., & Dubielzig, R. R. (2003). "Spontaneous pneumothorax caused by pulmonary blebs and bullae in 12 dogs". *Journal of the American Animal Hospital Association*. 39(5), pp. 435-445. DOI: 10.5326/0390435.
- McCarthy T. C. (1999). "Diagnostic thoracoscopy". *Clinical techniques in small animal practice*. 14(4), pp. 213-219. DOI: 10.1016/S1096-2867(99)80013-9.
- McKiernan, B. C., Adams, W. N., & Huse, D. C. (1984). "Thoracic bite wounds and associated internal injury in 11 dogs and 1 cat". *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 184(8), pp. 959-964.
- Merbl, Y., Kelmer, E., Shipov, A., Golani, Y., Segev, G., Yudelevitch, S., & Klainbart, S. (2010). "Resolution of persistent pneumothorax by use of blood pleurodesis in a dog after surgical correction of a diaphragmatic hernia". *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 237(3), pp. 299-303. DOI: 10.2460/javma.237.3.299.
- Mitchell, S. L., McCarthy, R., Rudloff, E., & Pernell, R. T. (2000). "Tracheal rupture associated with intubation in cats: 20 cases (1996-1998)". *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 216(10), pp. 1592-1595. DOI: 10.2460/javma.2000.216.1592.

- Mitchem, R. E., Herndon, B. L., Fiorella, R. M., Molteni, A., Battie, C. N., & Reisz, G. R. (1999). "Pleurodesis by autologous blood, doxycycline, and talc in a rabbit model". *The Annals of thoracic surgery*. 67(4), pp. 917-921. DOI: 10.1016/s0003-4975(99)00160-5.
- Mittlehner, W., Friedrich, M., & Dissmann, W. (1992). "Value of computed tomography in the detection of bullae and blebs in patients with primary spontaneous pneumothorax". *Respiration; international review of thoracic diseases*. 59(4), pp. 221-227. DOI: 10.1159/000196062.
- Monnet, E. (2003). "Pleura and pleural space". In: Slatter, D. (ed.) *Textbook of Small Animal Surgery*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, pp. 401-403.
- Navarro, A., Pastor, M. D., León, M. C., Reyes, S. B., & Fuster, J. L. (2016). "Pleurodesis con sangre autóloga: una solución, segura y eficaz para el tratamiento de neumotórax persistente". *Anales de Pediatría (English Edition)*. 85, pp. 157-158. DOI: 10.1016/j.anpede.2015.11.011
- Oppenheimer, N., Klainbart, S., Merbl, Y., Bruchim, Y., Milgram, J., & Kelmer, E. (2014). "Retrospective evaluation of the use of autologous blood-patch treatment for persistent pneumothorax in 8 dogs (2009-2012)". *Journal of veterinary emergency and critical care (San Antonio, Tex.: 2001)*. 24(2), pp. 215-220. DOI: 10.1111/vec.12152.
- Orsher, R.J., Harvey, C.E. (1990). "Tetracycline sclerotherapy (pleurodesis) for the treatment of chylothorax in the dog". *Veterinary Surgery*. 19, pp. 72.
- Ozpolat, B., Gazyagci, S., Gözübüyük, A., Ayva, S., & Atinkaya, C. (2010). "Autologous blood pleurodesis in rats to elucidate the amounts of blood required for reliable and reproducible results". *The Journal of surgical research*. 161(2), pp. 228-232. DOI: 10.1016/j.jss.2009.01.027
- Pawloski, D. R., Broadus, K. D. (2010). "Pneumothorax: A review". *Journal of the American Animal Hospital Association*. 46(6), pp. 385-397. DOI: 10.5326/0460385.
- Peñalver, C., Lorenzo, M., & Sánchez, F. (2006). "Neumotórax". In: Cruz, M. L., (ed.). *Fundamentos de las enfermedades del tórax*. 3rd ed. España: Elsevier, pp. 613-621. DOI: 10.1016/b978-84-458-1603-5.x5001-1.

- Puerto, D. A., & Waddell, L. S. (2016). "Pleural Space Disease: Pneumothorax". In: Aronson, L.R. (ed.). ***Small Animal Surgical Emergencies***. Philadelphia: University of Pennsylvania: Wiley Blackwell, pp. 327-335.
- Puerto, D. A., Brockman, D. J., Lindquist, C., & Drobatz, K. (2002). "Surgical and nonsurgical management of and selected risk factors for spontaneous pneumothorax in dogs: 64 cases (1986-1999)". ***Journal of the American Animal Hospital Association***. 220(11), pp. 1670-1674. DOI: 10.2460/JAVMA.2002.220.1670.
- Reetz, J. A., Caceres, A. V., Suran, J. N., Oura, T. J., Zwingenberger, A. L., & Mai, W. (2013). "Sensitivity, positive predictive value, and interobserver variability of computed tomography in the diagnosis of bullae associated with spontaneous pneumothorax in dogs: 19 cases (2003-2012)". ***Journal of the American Veterinary Medical Association***. 243(2), pp. 244-251. DOI: 10.2460/javma.243.2.244
- Rinaldi, S., Felton, T., & Bentley, A. (2009). "Blood pleurodesis for the medical management of pneumothorax". ***Thorax***. 64(3), pp. 258-260. DOI: 10.1136/thx.2007.089664.
- Rivas de Andrés, J. J., Blanco, S., & de la Torre, M. (2000). "Postsurgical pleurodesis with autologous blood in patients with persistent air leak". ***The Annals of thoracic surgery***. 70(1), pp. 270-272. DOI: 10.1016/s0003-4975(00)01360-6.
- Sahn S. A. (2000). "Talc should be used for pleurodesis". ***American journal of respiratory and critical care medicine***. 162(6), pp. 2023-2026. DOI: 10.1164/ajrccm.162.6.pc09-00a.
- Salas, L. O., Escalona, M. O., Velázquez, A., Del Angel, J., Quijano, I. A., & Barbosa, M. A. (2020). *Neumotórax espontáneo en perros: dos casos clínicos*. ***Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú***. 31(2), pp. 1-7. DOI: 10.15381/rivep.v31i2.16324.
- Sihoe, A. D., Yim, A. P., Lee, T.W., Wan, S., Yuen, E. H., Wan, I. Y., & Arifi, A. A. (2000). "Can CT scanning be used to select patients with unilateral primary spontaneous pneumothorax for bilateral surgery?". ***Chest***. 118(2), pp. 380-383. DOI: 10.1378/chest.118.2.380.

- Simpson, S. A., Syring, R., & Otto, C. M. (2009). "Severe blunt trauma in dogs: 235 cases (1997-2003): Retrospective study". *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 19(6), pp. 588-602. DOI: 10.1111/j.1476-4431.2009.00468.x.
- Stogdale, L., O'Connor, C. D., Williams, M. C., & Smuts, M. M., (1982). "Recurrent pneumothorax associated with a pulmonary emphysematous bulla in a dog: surgical correction and proposed pathogenesis". *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*. 23(10), pp. 281-287.
- Vnuk, D., Pirkić, B., Matičić, D., Radišić, B., Stejskal, M., Babić, T., Kreszinger, M., & Lemo, N. (2004). "Feline high-rise syndrome: 119 cases (1998-2001)". *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 6(5), pp. 305-312. DOI: 10.1016/j.jfms.2003.07.001.
- Willard, T. (1999). "Blood gases". In: Willard, T., & Turnwald, G.H. (eds.). *Small Animal Clinical Diagnosis by Laboratory Methods*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders, pp. 93-107.
- Williams, P., & Laing, R. (2005). "Tension pneumothorax complicating autologous 'blood patch' pleurodesis". *Thorax*. 60(12), pp. 1066-1067. DOI: 10.1136/thx.2004.027854.
- Yasufuku, K., Takashi, O., & Fujisawa, T. (1999). "The effectiveness of thin-section computed tomography in diagnosing bullous lesions in patients with spontaneous pneumothorax". *Nihon Kokyuki Gakkai Zasshi*. 37(12), pp. 953-957.
- Yoshioka, M.M. (1982). "Management of spontaneous pneumothorax in twelve dogs". *The Journal of the American Animal Association*. 18(1), pp. 57-62.
- Zidulka, A., Braid, T. F., Rizzi, M. C., & Shiner, R. J. (1982). "Position may stop pneumothorax progression in dogs". *American Review of Respiratory Disease*. 126(1), pp. 51-53. DOI: 10.1164/arrd.1982.126.1.51.
- Zimmermann, A. (2009). "Pneumothorax". In: Hansmann, G. (ed.). *Neonatal Emergencies: A Practical Guide for Resuscitation, Transport and Critical Care of Newborn Infants*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 410-416. DOI: 10.1017/CBO9781139010467.059.